

VEREIN  
DEUTSCHER  
INGENIEURE

Umweltmeteorologie  
Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben  
aus diffusen Quellen  
Lagerung, Umschlag und Transport von Schüttgütern  
Environmental meteorology  
Emissions of gases, odours and dusts from  
diffusive sources  
Storage, transshipment and transportation of  
bulk materials

VDI 3790  
Blatt 3 / Part 3

Ausg. deutsch/englisch  
Issue German/English

*Der Entwurf dieser Richtlinie wurde mit Ankündigung im Bundesanzeiger einem öffentlichen Einspruchsverfahren unterworfen.*

*Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.*

*The draft of this guideline has been subject to public scrutiny after announcement in the Bundesanzeiger (Federal Gazette).*

*The German version of this guideline shall be taken as authoritative. No guarantee can be given with respect to the English translation.*

Inhalt	Seite	Contents	Page
Vorbemerkung .....	2	Preliminary note .....	2
Einleitung .....	2	Introduction .....	2
<b>1 Anwendungsbereich</b> .....	<b>3</b>	<b>1 Scope</b> .....	<b>3</b>
<b>2 Formelzeichen und Abkürzungen</b> .....	<b>3</b>	<b>2 Symbols and abbreviations</b> .....	<b>3</b>
<b>3 Grundlagen</b> .....	<b>5</b>	<b>3 Fundamentals</b> .....	<b>5</b>
3.1 Diffuse Staubquellen .....	5	3.1 Diffusive dust sources .....	5
3.2 Schüttgut .....	6	3.2 Bulk materials .....	6
3.3 Staub .....	6	3.3 Dust .....	6
3.4 Lagerung, Umschlag und Transport von Schüttgütern .....	7	3.4 Storage, transshipment and transportation of bulk materials .....	7
3.5 Quellstärke .....	7	3.5 Source strength .....	7
3.6 Emissionsfaktoren .....	8	3.6 Emission factors .....	8
<b>4 Beurteilung diffuser Staubquellen</b> .....	<b>10</b>	<b>4 Assessment of diffusive dust sources</b> .....	<b>10</b>
4.1 Ursachenorientierte Beurteilung der Staubentstehung .....	10	4.1 Causal assessment of dust occurrence .....	10
4.2 Beurteilung nach charakteristischer Ausdehnung der Quelle .....	10	4.2 Assessment based on the characteristic extension of the source .....	10
<b>5 Einflussgrößen</b> .....	<b>11</b>	<b>5 Factors</b> .....	<b>11</b>
<b>6 Möglichkeiten zur Ermittlung von   Quellstärken und Emissionsfaktoren</b> .....	<b>11</b>	<b>6 Means of determining source strength   and emission factors</b> .....	<b>11</b>
6.1 Direkte Messungen .....	13	6.1 Direct measurements .....	13
6.2 Indirekte Messungen .....	13	6.2 Indirect measurements .....	13
6.3 Modelluntersuchungen .....	13	6.3 Model studies .....	13
6.4 Empirische Methoden .....	13	6.4 Empirical methods .....	13
<b>7 Berechnung von Emissionsfaktoren</b> .....	<b>14</b>	<b>7 Calculation of emission factors</b> .....	<b>14</b>
7.1 Lagerung von Schüttgütern .....	14	7.1 Storage of bulk materials .....	14
7.2 Umschlag von Schüttgütern .....	16	7.2 Transshipment of bulk materials .....	16
7.3 Fahrwege .....	35	7.3 Roads .....	35
7.4 Sonderfälle .....	38	7.4 Special cases .....	38
<b>8 Allgemeine Emissionsfaktoren</b> .....	<b>38</b>	<b>8 General emission factors</b> .....	<b>38</b>
8.1 Staubabtrag bei der Lagerung .....	38	8.1 Dust erosion during storage .....	38
8.2 Staubentwicklung beim Umschlag .....	39	8.2 Dust development during transshipment .....	39

Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN – Normenausschuss KRdL

Fachbereich Umweltmeteorologie

Inhalt	Seite
<b>9 Möglichkeiten der Emissionsminderung</b> .....	40
9.1 Lagerung .....	40
9.2 Umschlag .....	41
9.3 Sonstige Maßnahmen .....	43
<b>Anhang A</b> Klassifizierung organischer Schüttgüter nach optischen Aspekten beim Umschlagvorgang .....	46
<b>Anhang B</b> Klassifizierung anorganischer Schüttgüter nach optischen Aspekten beim Umschlagvorgang .....	54
Schrifttum .....	62

## Vorbemerkung

Der Inhalt dieser Richtlinie ist entstanden unter Beachtung der Vorgaben und Empfehlungen der Richtlinie VDI 1000.

Allen, die ehrenamtlich an der Erarbeitung dieser VDI-Richtlinie mitgewirkt haben, sei gedankt.

Eine Liste der aktuell verfügbaren Blätter dieser Richtlinienreihe ist im Internet abrufbar unter [www.vdi.de/3790](http://www.vdi.de/3790).

## Einleitung

Bei der Minderung von Staubemissionen wurden in der Vergangenheit deutliche Verbesserungen erreicht [1; 2].

Die durchgeführten Minderungsmaßnahmen zielten hauptsächlich auf die Entstaubung von Prozessabgasen, die als definierte Abgasströme vorliegen. Gegenüber diesen gefassten Quellen gewinnen die diffusen zunehmend an Bedeutung.

Spätestens seit Erkenntnisse über die Wirkung feinsten Partikel auf die Atemwege des Menschen zur Festlegung strenger Immissionsgrenzwerte durch die erste Tochterrichtlinie 1999/30/EG zur EU-Luftqualitätsrahmenrichtlinie 96/62/EG geführt haben, sind auch bislang als harmlos angesehene Staubemissionen in den Blickpunkt zukünftiger Maßnahmen gerückt.

Um die diesbezüglichen Immissionsgrenzwerte einzuhalten, muss verstärkt auf die Reduzierung der diffusen Emissionen geachtet werden. In diesem Kontext werden für wichtige industrielle Akti-

Contents	Page
<b>9 Emission control</b> .....	40
9.1 Storage .....	40
9.2 Transshipment .....	41
9.3 Other measures .....	43
<b>Annex A</b> Visual classification of organic bulk materials during transshipment .....	47
<b>Annex B</b> Visual classification of inorganic bulk materials during transshipment .....	55
Bibliography .....	62

## Preliminary note

The content of this guideline has been developed in strict accordance with the requirements and recommendations of the guideline VDI 1000.

We wish to express our gratitude to all honorary contributors to this guideline.

A catalogue of all available parts of this guideline series can be accessed on the internet at [www.vdi.de/3790](http://www.vdi.de/3790).

## Introduction

In the recent past, significant progress has been made in the reduction of dust emissions [1; 2].

The reduction measures taken have been aimed primarily at dedusting waste process gases which exist in defined waste gas streams. Compared to these latter sources, diffusive sources are growing in importance.

The discovery of the impact of fine particles on the respiratory track of human beings lead to the determination of stricter pollution limits, first the Council Directive 1999/30/EC (First Daughter Directive) then the establishment of the EC Air Quality Framework Directive 96/62/EC. Dust emissions regarded up to now as harmless have been subjected to closer examination.

In order to comply with the relevant ambient pollution limits, the reduction of diffusive emissions needs to be increasingly implemented. In this context, best available techniques (BAT) are described in

vitäten die Besten Verfügbaren Techniken (BVT), unter anderem zur Vermeidung diffuser Emissionen, in technischen Merkblättern beschrieben (siehe z.B. [www.bvt.umweltbundesamt.de](http://www.bvt.umweltbundesamt.de); VDI 2102 Blatt 1).

Weitere spürbare Emissionsminderungen sind infolgedessen vor allem dann zu erzielen, wenn die Reduktion diffuser Staubemissionen im gleichen Maß gelingt wie durch die Abgasentstaubung bei Punktquellen (hinsichtlich möglicher Minderungsmaßnahmen siehe z.B. Abschnitt 9).

### 1 Anwendungsbereich

Diffuse Staubemissionen entstehen in bedeutendem Umfang bei der Lagerung, dem Umschlag und dem Transport von Schüttgütern. Diese Richtlinie bezieht sich auf solche diffusen Staubemissionen. Ziel der Richtlinie ist es, dafür Emissionsfaktoren abzuschätzen.

Die Richtlinie ermöglicht **nicht** die Festlegung von Emissionsbegrenzungen.

Diffuse Staubemissionen aus dem Betrieb von Deponien werden in der Richtlinie VDI 3790 Blatt 2 behandelt.

### 2 Formelzeichen, Indizes und Abkürzungen

#### Formelzeichen

In dieser Richtlinie werden die nachfolgend aufgeführten Formelzeichen verwendet:

Formelzeichen	Bedeutung	Einheit
<i>A</i>	Fläche	m <sup>2</sup>
<i>a</i>	in Gleichung (14): Gewichtungsfaktor in Gleichung (15): Exponent zur Berücksichtigung der Korngrößenverteilung	–
<i>b</i>	Exponent zur Berücksichtigung der Korngrößenverteilung	–
<i>C</i>	Abtragungskennzahl	–
<i>c</i>	Konzentration	mg/m <sup>3</sup>
<i>d</i>	Korndurchmesser	mm, µm
<i>d</i> <sub>50</sub>	mittlere Korngröße	mm, µm
<i>F</i>	Kraft	N
<i>g</i>	Erdbeschleunigung	m/s <sup>2</sup>
<i>H</i>	Fallhöhe	m
<i>k</i>	Korrekturfaktor	–
<i>L</i>	Länge	m
<i>M</i>	(Abwurf-)Masse	t/Hub

technical bulletins for important industrial activities, inter alia, for the prevention of diffusive emissions (see for example [www.bvt.umweltbundesamt.de](http://www.bvt.umweltbundesamt.de); VDI 2102 Part 1).

Consequently, further appreciable reductions in emissions can most notably be achieved if the reduction in diffusive dust emissions is as successful as the dedusting of waste gases from point sources (concerning possible reduction measures see e.g. Section 9).

### 1 Scope

Diffusive dust emissions occur on a significant scale during the storage, transshipment and transportation of bulk materials. This guideline applies to such diffusive dust emissions. The aim of this guideline is to estimate these emission factors.

The guideline does **not** facilitate the stipulation of emission limits.

Diffusive dust emissions from the operation of landfills are dealt with in the guideline VDI 3790 Part 2.

### 2 Symbols, indices and abbreviations

#### Symbols

The following listed symbols are employed in this guideline:

Symbol	Meaning	Unit
<i>A</i>	area	m <sup>2</sup>
<i>a</i>	in Equation (14): weighting factor in Equation (15): exponent for the consideration of the grain size distribution	–
<i>b</i>	exponent for the consideration of the grain size distribution	–
<i>C</i>	coefficient of erosion	–
<i>c</i>	concentration	mg/m <sup>3</sup>
<i>d</i>	grain diameter	mm, µm
<i>d</i> <sub>50</sub>	medium grain size	mm, µm
<i>F</i>	force	N
<i>g</i>	acceleration due to gravity	m/s <sup>2</sup>
<i>H</i>	fall height	m
<i>k</i>	correction factor	–
<i>L</i>	length	m
<i>M</i>	(dumped) mass	t/Hub